M. l'abbé Hy, professeur à la Faculté libre des sciences d'Angers, fait la communication suivante :

DE LA STRUCTURE DE LA TIGE DANS LES MOUSSES DE LA FAMILLE DES POLYTRICS,

par **M. l'abbé HY.**

La structure de la tige dans les Muscinées est un des points les mieux connus, il semble, de l'anatomie végétale. La simplicité de cette organisation, où l'élément vasculaire fait totalement défaut, conduit naturellement à y supposer aussi plus d'uniformité que chez les végétaux supérieurs ; c'est l'avis auquel se rattachent tous les auteurs qui, depuis Schimper, ont traité cette question, et que ce botaniste exprimait ainsi dans son plus récent ouvrage : « Pauca de caulis structurâ anatomicâ simplicissimâ » monenda sunt. »

Cependant le genre *Polytrichum* avait déjà présenté dans sa tige des particularités assez notables. La figure donnée dans la *Bryologie d'Europe*, et complétée par la description plus claire qui l'accompagne, indique autour du faisceau médullaire « plusieurs couches de cellules étroites, » jaunâtres, renfermant des granules amylacés ». D'autre part, on lit dans le *Traité de botanique* de Sachs (trad. franç. p. 426) : « Dans le *Polytrichum commune*, il se forme, outre le faisceau central, des faisceaux semblables, mais plus grêles, dans le parenchyme fondamental ». Ces descriptions, on le voit, sont loin d'être concordantes, et la dernière semble attribuer au *P. commune* une organisation spéciale qui l'éloignerait des autres plantes de sa famille.

Pour vérifier ces faits et expliquer ces données contradictoires, j'ai pensé que l'étude de la tige pouvait présenter quelque intérêt dans la famille des Polytrics. Plus d'une raison, d'ailleurs, attire vers ces plantes l'attention des anatomistes : de tous les végétaux cellulaires, ce sont ceux que leur grande taille, la direction verticale de leur tige, la fermeté de leurs tissus, placent au premier rang. Ils représentent bien le type le plus élevé des Muscinées, où les distingue, comme groupe à part, tout un ensemble d'importants caractères. Enfin leur rôle physiologique lui-même, tout humble qu'il est encore, ne permet pas de les confondre avec leurs congénères appelées dédaigneusement *les pygmées* du Règne végétal. Schimper avait déjà signalé le rôle important que remplissent plusieurs espèces, dans la fixation des dunes, par la propriété qu'elles possèdent à un haut degré d'agglutiner les grains de sable ; on peut y ajouter la part efficace que prend à la formation des tourbières le *Polytrichum commune*. Plus robustes que les plantes du genre *Sphagnum*, auxquelles on fait l'honneur habituel de la formation tourbeuse, les Polytrics favorisent singu-

lièrement cette production par la vigueur et la résistance de leurs longues tiges qui s'entrelacent en feutre serré et servent à consolider rapidement les prairies flottantes.

Les Polytrics forment un groupe très naturel, qui admet toutefois des variations importantes ; tandis que par ses représentants les plus humbles, ceux notamment du genre *Atrichum*, il se rattache aux Bryacées, il s'élève d'autre part, dans le genre *Polytrichum*, jusqu'aux formes les plus compliquées de l'ordre des Mousses. Pour avoir une idée exacte de l'organisation de ces plantes, il importe d'abord de l'étudier dans ses types extrêmes, puis, en suivant les intermédiaires naturels, rattacher entre elles les différences de détail qui peuvent se présenter. La brièveté de cette note me force à insister aujourd'hui sur une faible partie du travail ; je me contente de signaler des divergences de structure, sans essayer des généralisations ni même des rapprochements prématurés, que la comparaison minutieuse de tous les genres de la famille peut seule permettre d'établir. Grande, en effet, est la différence de structure dans la tige des deux espèces que l'ensemble de leurs caractères connus désignait comme les termes les plus éloignés du groupe parmi les espèces de nos pays, je veux dire l'*Atrichum undulatum* et le *Polytrichum commune*.

Commençons par ce dernier. C'est bien le géant de la famille, du moins en Europe, car sa taille atteint jusqu'à deux pieds de longueur : les descriptions qui vont suivre ont été prises sur des échantillons qui mesuraient 45 centimètres en moyenne ; encore, malgré tout le soin avec lequel ces plantes avaient été arrachées, une partie considérable de leur base était demeurée au fond des tourbières de Juigné-sur-Loire, où ces Mousses peuvent tout à l'aise se développer en profondeur.

Un premier examen fait remarquer trois régions dans l'axe de ces plantes. L'une, profonde, longuement rampante et ramifiée, est recouverte dans toutes ses parties par un feutre de radicelles sans présenter aucune trace de feuilles. C'est de ce rhizome que s'élèvent verticalement les vraies tiges, qui restent toujours simples : les unes, vigoureuses et élancées, absolument glabres, sont pourvues de feuilles abondantes et se terminent par des fleurs ; les autres, pâles et grêles, ne portent pas de feuilles vertes, mais leur surface est couverte d'écailles et montre sur trois lignes spirales régulières d'abondants poils radicaux. Il est facile de se convaincre que ces dernières ne sont que l'état jeune des précédentes, puisque entre elles on peut observer tous les passages ; cependant, comme l'aspect et plusieurs caractères les séparent, les portions dénudées de l'axe seront désignées ici sous le nom de stolons.

L'idée me vint d'abord que ces deux sortes de tiges aériennes pouvaient présenter chacune une structure particulière, et qu'alors se trouveraient expliquées les descriptions différentes données par Sachs et par Schimper.

Une section prise dans la région moyenne vint détruire cet espoir, et montra dans les deux cas une structure très analogue, qui correspondait assez exactement à la figure donnée dans le *Bryologia europæa*. Cependant cette première coupe avait son intérêt : celle du stolon montrait notamment que les poils radicaux, loin de prendre naissance sur la tige même, comme tous les auteurs l'ont écrit, étaient des productions dorsales des écailles. Ces feuilles rudimentaires et privées de chlorophylle portent, dans toute leur longueur et sur les deux côtés de la nervure médiane, de nombreux poils colorés en brun, simples ou plus rarement ramifiés. Je n'ai trouvé nulle part la description exacte de ces écailles. Cependant, comme c'est le seul exemple que je sache de feuilles de Mousses donnant naissance à de vrais poils, le seul, par suite, de feuilles où l'on puisse distinguer morphologiquement une couche épidermique du parenchyme fondamental, cette particularité aurait dû éveiller l'attention de botanistes aussi exacts que minutieux.

Voyant que les stolons ne présentaient pas de structure interne qui leur fût propre, je revins aux vraies tiges, et une nouvelle section, prise cette fois vers le sommet, montra exactement les caractères décrits dans la *Botanique* de Sachs. Le contraste était tel à tous les points de vue, qu'un observateur non prévenu aurait pu croire être en présence de deux plantes différentes. Cependant elles étaient tirées de la même tige, et bientôt des coupes intermédiaires vinrent montrer les passages de l'une à l'autre. La contradiction apparente était dès lors expliquée : Sachs avait décrit la tige telle qu'elle est à son sommet, tandis que Schimper n'en avait étudié que la région moyenne.

Puis donc que la tige présentait déjà deux types si distincts de structure, il était naturel de rechercher si, en prolongeant l'investigation dans les régions profondes, on trouverait encore des modifications nouvelles. Je tournai mon attention vers le rhizome recouvert de son feutre épais, et ne tardai pas à y reconnaître une organisation si différente, que je ne puis concevoir comment Schimper a pu dire « qu'il ne diffère des vraies » tiges que par l'absence des feuilles et ses éléments cellulaires plus » allongés ».

Le cylindre central avait totalement changé d'aspect : plus de moelle distincte, ni même de tissu fondamental à cellules diminuant de largeur vers la circonférence ; tout le faisceau était constitué par un tissu uniforme et lignifié. Ce faisceau lui-même, très étroit, présentait une section caractéristique, celle d'un prisme triangulaire à angles mousses et à faces profondément canaliculées. Tout autour s'étendait un revêtement de cellules vides, analogue pour l'aspect à l'enveloppe corticale des Sphaignes ; enfin, une rangée de cellules épidermiques pilifères, sur trois rangs, recouvrait tout l'ensemble. Le manchon cortical entourait ainsi le prisme

central circonscrit, et figurait sur la section une zone annulaire interrompue seulement en trois de ses points, correspondant aux lignes pilifères de l'épiderme, par des éléments dont la couleur foncée et le petit diamètre contrastaient avec les larges cellules voisines. Enfin, les canalicules du prisme central lui-même étaient remplis par un tissu spécial que sa teinte plus pâle distinguait assez du corps ligneux.

La complication de cette région de la tige formée ainsi de cinq tissus différents, la différence que présentaient ces tissus sous le rapport de leur nature et de leur symétrie avec ceux des régions plus élevées, exigeaient que l'on suivît avec soin et graduellement les modifications qui devaient relier entre eux des types de structure si divers. Sans entrer dans de longs détails, je me bornerai à signaler seulement les principaux changements que l'on observe en s'élevant sur la tige. C'est d'abord l'apparition d'une moelle au centre du faisceau ligneux primitivement uniforme, puis c'est la diminution graduelle dans l'importance de l'enveloppe corticale. En effet les éléments plus épais, et d'abord à peine distincts, qu'il recélait sur trois de ses points, se dessinent de plus en plus et empiètent peu à peu sur lui ; ils s'insinuent latéralement entre lui et l'épiderme, le resserrent et finissent par le faire disparaître complètement. Cette disparition correspond assez exactement au point de la tige où les caractères du rhizome viennent de faire place eux-mêmes à ceux de l'axe aérien ; l'épiderme ne produit plus de poils, et perd tous ses autres caractères au point qu'on peut douter de son existence même, et admettre qu'il a vraiment disparu en se localisant sur la page inférieure des écailles du stolon.

Le point le plus saillant de la structure que je viens d'essayer de décrire est sans doute la présence de cette enveloppe corticale à cellules larges et vides, si analogue d'aspect avec la couche correspondante de la tige des *Sphagnum*. Je rappellerai ici que, dans une communication faite dès 1868 devant cette Société, M. Bescherelle avait signalé une structure analogue au sommet de la tige dans le genre *Philonotis*, et montré qu'on rechercherait vainement rien de comparable dans les tiges aériennes d'autres espèces. Mes observations n'infirment en rien cette conclusion, puisque, dans les Polytrics, c'est le rhizome seulement qui présente ce caractère. Du reste, la ressemblance avec l'enveloppe corticale des Sphaignes n'est ici qu'apparente ; au point de vue de la morphologie et du développement, ces deux tissus n'ont rien de commun, tout au plus leurs fonctions peuvent-elles les rapprocher l'un de l'autre ; et ce qui porte d'abord à le croire, c'est l'habitat même du Polytric, souvent entremêlé aux touffes de *Sphagnum*. Mais si l'on a déjà notablement exagéré le rôle de l'enveloppe corticale des Sphaignes en lui attribuant principalement l'ascension rapide de l'eau le long des tiges, je suis convaincu, après plusieurs recherches physiologiques, qu'on ne peut accorder aucune

propriété semblable au Polytric. Dans l'un et l'autre cas, le liquide s'élève par capillarité dans l'intervalle des nombreux rameaux réunis en faisceaux compacts, sans que la structure interne des tiges y prenne une part notable. On remarquera d'ailleurs que cette couche corticale n'est pas spéciale aux Polytrics que leur station aquatique associe aux Sphaignes dans les tourbières; il existe une forme plus grêle et franchement terrestre du *Polytrichum commune*, où le revêtement cortical n'est pas moins développé. Enfin, une formation analogue se retrouve dans toutes les espèces du genre *Polytrichum* qu'il m'a été possible d'étudier vivantes dans nos régions, et chacun sait que les *P. formosum*, *piliferum*, *juniperinum* sont essentiellement des plantes des lieux arides.

Je n'ajouterai qu'un mot pour compléter cette esquisse de la structure de notre Polytric : la région ligneuse que Schimper indique autour de la moelle n'est pas homogène ni comparable dans tous ses points. Des éléments incolores, irrégulièrement aplatis dans le sens tangentiel, sont limités aux contours de la moelle centrale. Une couche de cellules dorées qui les entoure est remarquable par l'abondance des matières nutritives qu'elle renferme; ces matières ne se sont point montrées sous forme d'amidon, comme le dit Schimper; mais, dans trois conditions très diverses où l'observation a pu être faite, elles étaient constituées par des gouttelettes d'huile extrêmement abondantes. Enfin, une troisième zone externe de cellules pâles est la seule qui possède des éléments analogues à ceux des petits faisceaux isolés au sein du tissu fondamental.

Le *Polytrichum commune* n'est pas la seule espèce qui possède de semblables faisceaux surnuméraires épars dans les couches moyennes; le *P. formosum* en montre d'analogues, quoique plus petits; enfin l'*Atrichum undulatum* en présente aussi de très distincts, qui peuvent même, nous allons le voir, jeter une certaine lumière sur leurs homologues du genre *Polytrichum*.

La description un peu longue, bien qu'incomplète, de l'espèce précédente dispensera d'entrer ici dans autant de détails. La tige y comprend aussi deux régions distinctes, et, chose frappante, qui permettra peut-être d'établir plus tard un caractère commun à toute la famille, la portion souterraine et feutrée présente, comme dans les Polytrics, une zone corticale de cellules vides.

La différence tient ici plutôt à des détails dont une figure rendrait compte plus clairement qu'une longue description. La tige aérienne, au contraire, présente une structure très instructive sur laquelle il nous importe de nous arrêter un peu. Autour de la moelle s'étend une zone incolore, et celle-ci est directement enveloppée par le tissu fondamental. Les éléments ligneux, si variés dans les Polytrics, semblent donc ici faire défaut. Mais, en fixant attentivement la région moyenne, on aperçoit, sur

trois points assez régulièrement espacés, de petits groupes de tissus hétérogènes qu'un grossissement assez puissant peut seul permettre de résoudre. On retrouve alors des cellules ligneuses très épaisses et très étroites, juxtaposées à d'autres qui contrastent par leur grandeur relative et la minceur extrême de leurs parois.

L'absorption spontanée par la tige vivante d'une solution colorée de fuchsine fait mieux ressortir encore ces caractères différentiels. Les éléments étroits et épaissis reçoivent une coloration très intense du courant qui les a traversés ; les autres, au contraire, sont les seuls de tous les tissus voisins qui soient restés inaltérés. Vouloir considérer cet ensemble comme un véritable faisceau libéro-ligneux rudimentaire, où les éléments n'atteindraient jamais dans leur développement la forme vasculaire, serait sans doute une conclusion prématurée, encore qu'elle ne serait guère plus audacieuse que celle exprimée par Sachs dans son *Traité de botanique* : « Si l'on considère, dit-il, d'un côté l'existence dans maintes plantes » vasculaires de faisceaux fibro-vasculaires d'une structure extrêmement » simple, et de l'autre l'analogie marquée des cellules cambiformes des » vrais faisceaux fibro-vasculaires avec les éléments constitutifs du faisceau » central et des vaisseaux foliaires des Mousses, on pourra regarder ces » dernières comme des faisceaux fibro-vasculaires rudimentaires de la plus » simple espèce. » Bornons-nous, pour le moment, à reconnaître une analogie d'aspect, en attendant que l'étude du mouvement des sucs nourriciers dans la plante ait appris si les fonctions de ces tissus ont quelque relation avec leur nature présumée. Il est incontestable sans doute que des végétaux pourvus de tissus si variés dans leur tige présenteront une division du travail correspondante dans leurs opérations vitales, mais des observations incomplètes encore ne me permettent d'avancer aucune solution à ce sujet.

Pour résumer ce travail et en préciser les résultats, j'en ferai ressortir ici les principales conclusions :

1° La structure anatomique de la tige dans les Mousses de la famille des Polytrics, plus complexe qu'on ne l'a admis jusqu'ici, renferme six sortes de tissus bien distincts ; l'un de ces tissus, que Schimper désigne sous le nom de ligneux, comprend lui-même trois régions caractéristiques et devra sans doute être subdivisé.

2° La tige n'est pas uniforme ni réductible à un type unique : dans une même espèce, le *P. commune* par exemple, des différences de structure très importantes s'observent aux différentes hauteurs et peuvent se ramener à trois principales, reliées entre elles par des formes de transition. Il n'est pas jusqu'à la configuration extérieure qui ne varie : de cylindrique elle devient prismatique triangulaire, puis irrégulièrement polygonale au sommet ; le diamètre lui-même augmente progressivement dans la limite

de 1/3 de millimètre à un millimètre un quart, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 4.

3° Un revêtement cortical, analogue pour l'aspect à celui que depuis longtemps on connaît chez les Sphaignes et dont on trouve encore quelques traces dans le genre *Philonotis*, existe aussi, mais très développé, à la base de la tige de nos Polytrics indigènes, et même de l'*Atrichum undulatum ;* sa puissance atteint généralement trois ou quatre assises de cellules.

4° Ce tissu cortical n'a de commun avec celui du *Sphagnum* que l'aspect et tout au plus le rôle physiologique; il doit être considéré comme une formation très différente au point de vue du développement : ce revêtement est ici intérieur par rapport aux couches épidermiques, au lieu d'être extérieur comme dans les Sphaignes.

5° Le véritable épiderme caractérisé par la présence de poils n'existe avec certitude que dans la portion profonde et souterraine de l'axe. La tige aérienne absolument glabre est probablement aussi dépourvue d'épiderme proprement dit; la zone désignée sous ce nom par les auteurs appartient par son origine au tissu fondamental dont elle diffère par ses éléments étroits et colorés. Si l'épiderme véritable se continue supérieurement assez loin sur les stolons, c'est exclusivement à la page dorsale des appendices écailleux suivant deux lignes saillantes bordant la nervure médiane.

6° La multiplicité des faisceaux signalée par Sachs dans le *Polytrichum commune* ne s'observe qu'au sommet des tiges et n'est pas spéciale à cette espèce. Ces faisceaux isolés au sein du parenchyme fondamental ne sont pas non plus semblables au faisceau axile, comme le dit l'auteur allemand ; outre qu'ils ne renferment jamais de moelle, ils sont plus simples que le faisceau médian dans les Polytrics, et au contraire remarquables par leur complication spéciale dans l'*Atrichum undulatum*.

7° La symétrie ternaire préside à la disposition générale des tissus, mais la régularité n'est frappante que dans les régions souterraines : à mesure qu'on s'élève sur l'axe, elle devient plus obscure et finit par disparaître complètement.

M. Bertrand demande à M. Hy s'il a observé des cellules grillagées dans les faisceaux qu'il a signalés.

M. Hy répond qu'il n'a point vu de ponctuations; tous les éléments étaient prosenchymateux.